نحو عمارة ذكية ومستدامة باستخدام النانو تكنولوجي

أ.م. سبنا المرضي ابراهيم حبيب الله
جامعة بنغازي، بنغازي، ليبيا
sarasara201311@yahoo.com

الملخص: يشهد عصرنا الحالي طفرات علمية وتطور تكنولوجي مذهل، حيث برزت تكنولوجيا حديثة تسمى بثورة النانو تكنولوجي، التي تعد قفزة تكنولوجية هائلة اثرت في جميع مجالات الحياة وكذلك في مجال العمارة. وفي اطار مواكبة التطور العمراني المقبل لإعادة الأعمار في ليبيا برزت الحاجة الى تبني تكنولوجيا بديلة (بدلا عن التقليدية) تطور وتدمج مفاهيم العمارة لتقديم بدائل لمواد بناء ذكية ومتجددة وقابلة للتدوير وتحقق التوازن ما بين الذكاء التكنولوجي والاستدامة البيئية في ظل استنزاف للطاقة والموارد الطبيعية لمواد البناء والقابلة للنضوب، وزيادة التلوث البيئي الناتج من الاستخدام غير المرشد للتكنولوجيا. يتناول البحث التعريف بالنانو تكنولوجي وأهمية استخدامها، وعمارة النانو وتأثيراتها وإسهاماتها في مجال العمارة، بتقديم مواد بناء وأنظمة نانوية جديدة ومبتكرة وذكية وتحقق مبدأ الاستدامة وذلك من خلال دمجها مع مكونات العمارة الذكية والعمارة المستدامة، وكذلك دراسة تأثير تطبيق بعض هذه المواد والأنظمة النانوية على الشكل المعماري والبيئة الداخلية والخارجية للمبني.

ويخلص البحث الى ان النانو تكنولوجي تعتبر ثورة العصر والمستقبل وتطبيقها في مجال العمارة يساهم في تطويرها فكرا وشكلا وموائمة بيئية، حيث جاءت عمارة النانو لتشكل حلقة الوصل ولتساعد في الوصول الى تحقيق التوازن بين تكنولوجيا العمارة الذكية والعمارة المستدامة، وتسد الفجوة التكنولوجية بينهما من خلال استحداث مواد جديدة للأكساء والإنشاء تمتاز بخصائص ذكية ومستدامة صديقة للبيئة، وبتطبيقها محليا نحصل على مباني ذات كفاءة عالية. كما يوصي البحث بتوجيه البحوث العلمية والتطبيقية الى علوم النانو تكنولوجي وإدراجها بالمناهج الاكاديمية وتفعيلها في حل مشاكل قطاع البناء والتشييد محليا والاستفادة من تطبيقاتها في دراسات القيمية كبدائل مبتكرة للأنظمة في التصميمات الهندسية.

الكلمات المفتاحية: (النانو تكنولوجي، عمارة النانو، العمارة الذكية، العمارة المستدامة)

1.0 * المقدمة:

اتسم عصرنا الحالي بالطفرات العلمية المذهلة والتطور التكنولوجي المتسارع ، حيث برزت تكنولوجيا حديثة تسمى بثورة النانو تكنولوجي او تكنولوجيا "الجزيئات المتناهية الصغر "، التي تعد قفزة تكنولوجية هائلة اثرت في جميع مجالات الحياة وعلى الفكر الانساني وكذلك على الفكر المعماري ، وتطور علوم النانو تكنولوجي افرز اكتشاف مواد وأنظمة بنائية وإنشائية جديدة ذات مميزات وخصائص فريدة ، ساهمت في ظهور عمارة النانو التي مكنت من انشاء صروح معمارية معاصرة من خلال دمج التصميم البيئي والتكنولوجيا الذكية باستخدام مواد وأنظمة النانو تكنولوجي.

2.0 * أهمية البحث :

يسعى البحث لتوضيح مدى اهمية استخدام تكنولوجيا النانو الذكية والتي تسعى من خلال تطبيقها لتحقيق مفهوم الاستدامة باعتبارها تعد واحدة من أهم التطورات العلمية والتي لها أثر كبير على مجال العمارة.

3.0 * هدف البحث:

يهدف البحث الى التعريف بتقنية النانو وإسهاماتها في مجال العمارة، بتقديم مواد بناء وأنظمة جديدة ومبتكرة

وذكية وتحقق مبدأ الاستدامة، والدعوة لتطبيقها محليا للحصول على مباني ذات كفاءة عالية بيئياً ووظيفياً وجمالياً.

4.0 * مشكلة البحث:

الحاجة الى تبني تكنولوجيا بديلة (بدلا عن التقليدية) تطور وتدمج مفاهيم العمارة في إطار مواكبة التطور العمراني المقبل في اعادة اعمار ليبيا لتقديم بدائل لمواد بناء ذكية ومتجددة وقابلة للتدوير وتحقق التوازن ما بين الذكاء التكنولوجي والاستدامة البيئية في ظل استنزاف للطاقة والموارد الطبيعية لمواد البناء والقابلة للنضوب، وزيادة التلوث البيئي الناتج من الاستخدام غير المرشد للتكنولوجيا.

5.0 * منهجية البحث :

اتبع في البحث المنهج الاستقرائي (الاستنباطي) ويشمل التعريف بتقنية النانو ومواد النانو وعمارة النانو وتأثيرها على الفكر والشكل المعماري وكذلك على البيئة الداخلية والخارجية، والعمارة الذكية والعمارة المستدامة وعلاقتهما بعمارة النانو.

6.0 * الدراسة البحثية:

تتناول هذه الورقة البحث والتعريف بمفهوم ونشأة تقنية النانو تكنولوجي وأهمية تطبيقها في مجال العمارة والإنشاء، وكذلك دراسة تأثير تطبيق بعض هذه المواد والأنظمة النانوية على الشكل المعماري والبيئة الداخلية والخارجية للمبني.

6.1 * تعريف النانو: (Nano)

مصطلح "نانو" مشتق من الكلمة الاغريقية نانوس (Nanos) وتعني القزم (Dwarf)، وتعرف على أنها وحدة قياس مترية دقيقة ومتناهية الصغر وتعادل واحدا من ألف مليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم وهي لا ترى إلا تحت المجير إلكتروني ، وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذرات وجزيئات المواد المركبة والجسيمات المجهرية مثل البكتريا والفيروسات. [1]

6.2 * مفهوم علم النانو :(Nanoscience)

هو علم يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر، ويهتم أيضا باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو. [1]

6.3 * مفهوم النانو تكنولوجي: (Nanotechnology)

تقنية النانو تشمل الأبحاث والتطورات التقنية على المستويات الذرية والجزيئية في مجال طولي حوالي 1-100 نانومتر، لتوفير فهم أساسي للظواهر والمواد على مقياس النانو وهي التي تصنع وتستخدم تركيبات لديها خصائص فريدة نظرا لصغر حجمها. [1]

6.4 * نشأة النانو تكنولوجي:

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لظهور تقنية النانو، كما أنه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي ، لكن ذكر مفهوم تقنية النانو لأول مرة في عام 1876م عندما أجرى الفيزيائي جيمس ماكسويل (James Clerk Maxwell) تجربة ذهنية باسم "عفريت ماكسويل" (Maxwell's Demon) ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزئيات. وتلاه العالم ريتشارد فيمان في عام 1959 حيث قال "بأن المادة عند مستويات النانو وبعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس، في عام 1974 ظهر مسمى تقنية النانو (Nanotechnology) عبر تعريف العالم الياباني نوريو تانيغوشي (Norio Taniguchi) حيث قال "إن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل واندماج وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء ". تتالت الاكتشافات و زاد الاهتمام بأبحاث تقنية النانو كما اكتشفت أجهزة جديدة ساعدت في تطور انتشار تقنية النانو ودخولها في كافة مجالات الحياة. وفي عام 2000م أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية مبادرة تقنية

النانو الوطنية (NNI)، والتي جعلت تقنية النانو تقنية استراتيجية وطنية. وفي عام 2003 تم معرفة أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم المواد النانونية. [1]

6.5 * كيفية دراسة الذرات والتحكم فيها:

عن طريق توفر التقنيات الحديثة أصبح من السهل دراسة المواد على مستوى الذرات والتحكم بها وهي: [2]

أولًا: مجهر المسح النفقي

اخترع عام 1986م على يد العالمان جيرد بينيج و هينريش روثر (Gerd Binig and Heinrich Rohrer)، واستطاعا بهذا الاختراع تقديم خدمة للعلماء من رؤية الذرات والتحكم بها فيما يخدم علم النانو.

ثانيًا: مجهر الطاقة الذرية

طوره جيرد بينيج مع كالفن كوات وكريستوفر جيربر (Calvin Quate and Christoph Gerber) ووظيفة هذا المجهر هو جمع معلومات عن سطح المادة عن طريق تحسسها بمجس ميكانيكي.

ثالثاً: المجهر الإلكتروني

قدم العالمان الألمانيان إيرنيست روسكا وماكس نول (Ernst Ruska and Max Knoll) المجهر الإلكتروني لأول مرة في عام 1930م. وهذا المجهر يستطيع تكبير الأشياء حتى مليون مرة عن طريق إسقاط شعاع إلكتروني على سطح المادة المرادة، مقارنة بتكبير 1500 مرة فقط في المجهر الضوئي العادي.

6.6 * المواد النانوية: (Nanomaterial)

هي الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1- 100 نانومتر، وقد تكون مواد عضوية أو غير عضوية طبيعية او مصنّعة، تسلك تلك المواد سلوكا مغايرا للمواد التقليدية .

6.6.1 * خواص المواد النانوية: [3]

هناك الكثير من الخصائص التي تميز جسيمات النانو وذلك لسببين هما:

أ. **الزيادة النسبية للمساحة السطحية :**المواد النانوية لها مساحة سطح أكبر عندما تقارن بنفس المواد في الحيز الأكبر، وهذا يجعل المواد أكثر نشاطاً كيماوياً ويؤثر في قوتها أو خواصها الكهربائية فأصبحت مواد النانو تستخدم كمواد محفزة.

ب. **التأثيرات الكمية** :وهي تبدأ في التحكم في تصرفات المادة في حيز النانو، لأن هذه المواد لم تعد تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية نظرا لأبعادها الصغيرة التي تقترب من الأبعاد الذرية لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم والذي ينعكس على خواصها. منها القدرة على تغير اللون والشفافية والصلابة الكبيرة والقدرة الكبيرة على التوصيل والعزل.

6.7 * الفوائد البيئية للنانو تكنولوجي: [4]

1) استخدام تقنية النانو في كشف ومعالجة التلوث:

يمكن للمواد النانوية ان تحل محل الموارد التقليدية التي تتطلب مواد خام اكثر او طاقة اكثر لإنتاجها او التي تعرف كمواد مضرة بالبيئة حيث ان تكنولوجيا النانو الحديثة تساهم في حماية البيئة وتحسين الكشف عن التلوث ومعالجته من خلال اجهزة مراقبة نانوية تعمل على قياس الملوثات ويسمح الكشف السريع بالاستجابة السريعة وبالتالي تقليل الضرر وتخفيض تكاليف المعالجة ، كما تظهر المواد النانوية قدرات عجيبة مثلا الجزيئات النانوية لثاني اكسيد التيتانيوم (TiO_2) التي تمتص الطاقة من الضوء ومن ثم تقوم بأكسدة الجزيئات العضوية القريبة ويتم استغلال هذه الخاصية في التحفيز الضوئي لصنع طلاء يقوم بجذب وأكسدة الملوثات ، وكذلك تستغل لصنع اسطح تنظف نفسها بنفسها كالجدران والزجاج من بواسطة امكانية المواد النانوية الارتباط مع الملوثات ومن ثم يتم مسحها تماما.

2) تعمل تقنية النانو على توفير الطاقة والموارد من خلال:

- امكانية ان تغير من انتاج الطاقة، وتخزينها، واستهلاكها عبر توفير بدائل سليمة بيئيا وتحسن من

كفاءة مصادر الطاقة الحالية وتقلل من انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون.

- امكانية توفير الموارد فهي توفر في مراحل الانتاج فرصا لتقليل استعمال المواد التي لها بصمة بيئية كبيرة عبر استبدالها بمواد اخرى لها تأثير اقل مما يعزز استخدام أكفأ للمواد الخام.

- قابلية المواد النانوية للتدوير.

6.8 * عمارة النانو:(Nanoarchitecture)

هي عبارة عن اندماج تقنية النانو مع العمارة وتأثيرها على المواد والطرق المعمارية لإنتاج مباني متفاعلة مع الإنسان والبيئة المحيطة .وتقدم تقنية النانو العديد من التطبيقات في مجال العمارة من خلال تغير طريقة تفكير المعماريين في أشكال المباني.

وتعتمد عمارة النانو بالنسبة لمواد البناء عل ما يلي: [5]

أ. المواد الطبيعية :هي المواد الطبيعية المطلية بأغشية النانو للحفاظ على شكلها ولونها الطبيعي دون أن يتأثر بالعوامل الجوية المحيطة.

ب. المواد المصطنعة :هي الأسطح الاصطناعية التي تشبه المواد الطبيعية، يتم صنعها في المعامل وبالمواصفات المطلوبة ويتم تحسين مواصفاتها بتقنية النانو.

ج. أسطح النانو التفاعلية :هي أسطح تصنع في المعامل تعتمد على دمج المواد الطبيعية مع جزيئات النانو

6.8.1 * أهمية النانو تكنولوجي في العمارة:

دمج تقنية النانو مع العمارة أعطت حريات واسعة وفتحت باباً أمام المعماريين الذين يسعون للتجديد والتغلب على المشاكل المعمارية من خلال طريقتين رئيسيتين هما:

- **تصميم المواد الخاصة بالمعماري(المواد النانوية)**

وهو مصطلح يشير الى قدرة المعماريين على أن يدخلوا الى الجزيئات ويتحكموا بشكل المواد التي توفر كمية هائلة من مواد البناء للتعامل معها والسيطرة على خصائصها لإنتاج مواد نانوية ، بالإضافة إلى إمكانية دمج هيكل المبنى الحامل مع الجدارن الخارجية والداخلية الأمر الذي يؤثر على قرارات المعماريين وخياراتهم التصميمية ، وأيضاً يعطي آفاقاً جديدة للمنفذين في تحقيق كل ما كان مستحيلا. [5]

- **أجهزة وأدوات النانو:**

توفر تقنية النانو في الهندسة المعمارية أجهزة نانو جديدة التي يمكن أن تكون جزءاً لا يتجزأ من عناصر المبنى، وتعمل على تحويل المبنى ليكون واجهة لديها إمكانية استشعار البيئة المحيطة وإخراج المعطيات على حد سواء) تستجيب بين المساحات الداخلية والظروف الخارجية) ، بالإضافة إلى محاكاة المنظومات الحية، فتنتج تصاميم تتفاعل بشكل أفضل مع حواس الإنسان.

6.8.2 * تأثير النانو تكنولوجي على النتاج المعماري: [5]

وكان التأثير باتجاهين رئيسين على العمارة هما:

الاتجاه الأول :تغير الفكر المعماري

حيث أصبح المعماري يختار مواد البناء التي سيعتمد عليها في تصميمه قبل بدئه في وضع فكرته ومخططاته . كما أصبح من الضروري تعاون المعماري مع الإنشائيين لإنتاج مواد تخدم فكرته التصميمية، مما عمل على ازالة العوائق التي تواجه الفكر المعماري.

الاتجاه الثاني :ظهور أشكال معمارية جديدة

من خلال دمج تطبيقات تقنية النانو الذي أنتج أشكالاً معمارية كان من المستحيل تحقيقها وهي:

- أشكال معمارية مرنة وحيوية وذات ارتفاع شاهق.

- أشكال معمارية تتصف بالديناميكية الذاتية، أو غير ذاتية يتحكم بها.

- أشكال معمارية بيولوجية مستقبلية تحاكي كلا من الطبيعة والإنسان.

6.9 * العمارة المستدامة: (Sustainable Architecture)

وهي عملية تصميم المباني بأسلوب يحترم البيئة مع الاخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد مع تقليل تأثيرات الإنشاء والاستعمال على البيئة مع تنظيم الانسجام مع الطبيعة.

مبادئ العمارة المستدامة (الخضراء):[6]

1) الحفاظ على الطاقة

2) التكيف مع المناخ

3) التقليل من استخدام الموارد الجديدة

4) احترام الموقع

5) احترام العاملين والمستخدمين

6) التصميم الشامل

6.9.1 * العمارة المستدامة في ظل النانو تكنولوجي :[7]

بدأ العالم بربط عمارة النانو بالاستدامة في جميع التصاميم والمشاريع لأهمية تحقيق مبادئ الاستدامة للبشرية والكون .إن تقنية النانو تفتح عالماً جديداً من المواد المتقدمة أكثر كفاءة وقادرة على تطوير نفسها وفقاً لما يطلبه المصمم مما أعطى إمكانيات جديدة في مجال البناء المستدام، فتعمل على زيادة كفاءة أداء المبنى وتحسن من البيئة الداخلية والخارجية للمبنى وتوفر استهلاك الطاقة وأيضاً ازالة التلوث من البيئة الطبيعية. ويكون الاندماج بين تقنية النانو والعمارة المستدامة من خلال ما يلي :

1. تطبيقات مواد البناء النانوية المستدامة المستخدمة في القطاع المعماري.
2. جوانب تأثير تقنية النانو على العناصر الإنشائية بالمباني.
3. جوانب تكامل هذه المواد مع منظومة المباني المستدامة.

المخطط (1) يوضح العلاقة بين تقنية النانو والعمارة المستدامة [7]

6.10 * العمارة الذكية: (Intelligent Architecture)

هي تلك العمارة التي تهدف إلى تقليل استهلاك الطاقات الطبيعية وإلى استخدام المواد الطبيعية في البناء. ومثل هذه العمارة تحقق هدفين غاية في الأهمية في وقت واحد فهي أولا تقلل الضغط على موارد الطاقة الطبيعية غير المتجددة كما أنها ثانيا تعزز الاستخدام وتزيد من كفاءة استخدام المنظومة المعمارية.

6.10.1 * خصائص المباني الذكية: [8]

1. المبنى يعرف ما يحدث بداخله وخارجه: من خلال انظمة آلية تمكنه من الاستجابة للظروف والمتغيرات كتغير المناخ مثلا ويخزن المعلومات في الحاسب المركزي للمبنى.
2. المبنى يقرر الطريقة الأكثر كفاءة وفاعلية: لتوفير بيئة مناسبة ومريحة للمستخدمين بواسطة الأنظمة المؤتمتة وأنظمة الادارة ودعم القرار بالمبنى.
3. المبنى يستجيب لاحتياجات المستخدمين: من خلال انظمة الاتصالات المتقدمة التي تحقق سرعة الاتصال بالعالم الخارجي باستخدام الحاسب الالي وأشعة المايكروويف والألياف البصرية.. الخ.

6.10.2 * عناصر المبنى الذكي:

1- المواد الذكية وخصائصها

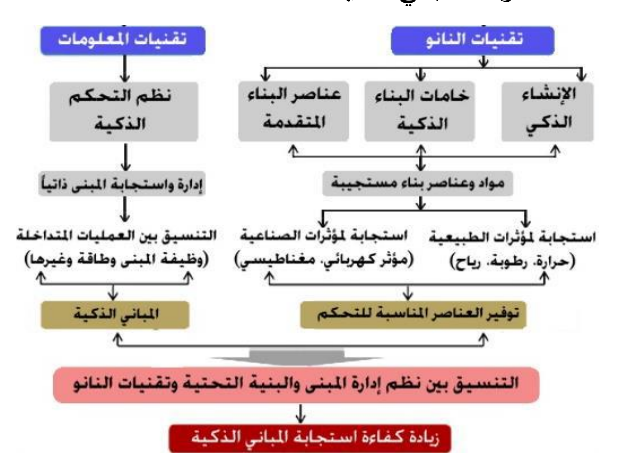
2- الأنظمة الذكية التي يتم ادارة المبنى من خلالها

3- الأغلفة الذكية التي تمثل حلقة ربط ما بين العالم الخارجي والفراغ الداخلي للمبنى

6.10.3 * العمارة الذكية في ظل النانو تكنولوجي: [7]

إن تقنية النانو قدمت العديد من التقنيات فائقة الذكاء التي تزيد من كفاءة واستجابة المباني الذكية، فالتنسيق بين تقنيات النانو في العناصر الإنشائية المتقدمة وخامات البناء الذكية وعناصر المبنى المحسنة بتقنية النانو وبين تقنيات المعلومات في نظم وحدة التحكم المركزي الحاسوبية المستخدمة في إدارة عناصر ووظائف وخدمات المبنى تعمل على زيادة كفاءة الأداء الذكي ويحسن من البيئة الداخلية للمبنى ويحسن كذلك من الأداء الفعال للمبنى تجاه البيئة الطبيعية. ويكون الاندماج بين تقنية النانو والعمارة الذكية من خلال ما يلي:

1. تطبيقات مواد البناء النانوية الذكية المستخدمة في القطاع المعماري.
2. جوانب تأثير تقنية النانو على العناصر الإنشائية بالمباني.
3. جوانب تكامل هذه المواد والتقنيات الذكية مع منظومة المباني الذكية.



المخطط (2) يوضح العلاقة بين تقنية النانو والعمارة الذكية [7]

6.11 * أثر تطبيقات النانو تكنولوجي على العمارة: [7]

مرت العمارة في بداية القرن الحادي والعشرين بفترة مثيرة من التجارب والتغيرات في الأشكال والتوجهات المعمارية وأدى ادراج مواد النانو وتكنولوجيا النانو في عمليات التصميم والبناء الى تطوير التفكير المعماري ومقاومة التحديات المعاصرة.

6.11.1 * أثر تطبيقات النانو تكنولوجي في مواد الانشاء:

أدى دمج مواد البناء بتقنية النانو الى تحسين خواصها واكسابها إمكانيات أكثر من مادة في نفس الوقت، فأصبح المصممون لا يهتمون كيف سيتم البناء لكن يهتمون بالتصميم. وسيتم تناول كل مادة من حيث الإضافات النانوية وتأثيرها على المادة وأهم فوائدها.

6.11.1.1 * الخرسانة: (Concrete)

هي من أكثر المواد إنتاجاً واستخداماً في العالم، تم إضافة نوعين من المواد النانوية إليها هما:

أ -الميكرو سليكا والنانو سليكا :هي أحد منتجات المواد الخام من السليكون.

- يتمثل تأثيرها على الخرسانة :بزيادة القوة والمتانة، مما أدى الى تغير في طريقة استخدام الخرسانة في النظم الإنشائية، وتم استخدامها في المباني الشاهقة بالارتفاع . (مثل برج خليفة - دبي)

ب- ثاني أكسيد التيتانيوم النانو :هو أكسيد يتكون طبيعياً من معدن التيتانيوم.

- يتمثل تأثيرها على الخرسانة: بزيادة القوة وتقنيات التشكيل، وبفضل عملية التحفيز الضوئي التي تجعله قادرا على منع تلوث الأسطح ومضاداً للبكتيريا ويساعد في تنقية الهواء وتستخدم في الأسطح الخارجية الواسعة في المناطق الملوثة (مثل كنيسة اليوبيل في إيطاليا- 2003م للمعماري ريتشارد ماير)



الشكل (1) كنيسة اليوبيل في روما [1]

6.11.1.2 * الفولاذ: (Steel)

منذ الثورة الصناعية الثانية، يلعب الفولاذ دوراً هاماً في مجال البناء ولكن في نفس الوقت يفتقر الفولاذ الى قابلية التشكيل ومقاومة التآكل في بعض الحالات، وقد تم إضافة مواد نانوية لتحسين أداء الفولاذ أهمها:

أ. جسيمات النحاس والمغنيسيوم والكالسيوم النانوية التي تعمل على تحسين ترابط جزيئات الفولاذ والحد من آثار هشاشة الهيدروجين، ورفع مقاومته للتآكل والحرارة.

ب. إضافة المواد المالئة النانوية: Nano-Fillers التي تزيد من الخواص الفيزيائية والكيميائية للفولاذ وتزيد من قوة انحنائه.

- تؤثر الإضافات كثيرا في مقاومة الفولاذ للتآكل وقوته، وبالتالي تقليل كمية التسليح في الخرسانة، كما أنو يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
- يستخدم في إنشاء تصاميم حرة ومرنة وفي الفراغات الواسعة دون وجود أعمدة وتقليل كلفة الصيانة (مثل استاد أستانا في كازاخستان- 2009)



الشكل (2) استاد أستانا الوطني [9]

6.11.1.3 * الخشب: (Wood)

يتكون الخشب من هيدرات الكربون واللجنين في هيكله الذي يمكن تدميره بفعل عوامل مختلفة مثل الأشعة فوق البنفسجية والفطريات والحشرات والمواد الكيميائية مما يقلل متانة الهيكل الخشبي حيث تم إضافة مواد نانوية لتحسين أداء الخشب أهمها:

أ. أكسيد الألومنيوم النانوي :يزيد من صلابة الخشب ومقاومته للتآكل والخدش.

ب. أكسيد الحديد وثاني أكسيد التيتانيوم النانوي :يعمل على حماية الخشب من الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة الفطريات والعفن والطحالب بالتالي تزيد من عمره الزمني.

ت. نانو السليكا :تعمل على زيادة صلابة الخشب ومنع تسرب الماء وعدم نفاذية البخار.

تؤثر الإضافات كثيرا في تحسين الأداء الهيكلي للخشب ومقاومته وزيادة عمره الزمني واستدامته بالإضافة الى سهولة تشكيل الخشب بالمقاطع والأشكال مطلوبة للتصميم.

- يستخدم كمادة إنشائية في التصاميم العضوية المرنة ذات التشكيل الحر والمظلات.
- يؤثر الخشب على أداء المبنى في الحصول على فراغات داخلية ذات بيئة مريحة والتقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتقليل التكلفة الاقتصادية. (مثل مظلة متروبول الشمسية الملونة في اسبانيا - 2011 م)



الشكل (3) مظلة متروبول في اسبانيا [10]

6.11.1.4 * الخرسانة الشفافة: (Transparent Concrete)

وتعرف أيضاً بالخرسانة الباعثة للضوء وهي مادة بناء جديدة مصنوعة من دمج الألياف البصرية مع الخرسانة والهدف الرئيسي منها هو استخدام ضوء الشمس كمصدر للضوء للحد من استهلاك الطاقة للإنارة.

- تستخدم في العمارة سواءً لأغراض إنشائية أو جمالية في الفراغ الداخلي أو الخارجي.

- الشفافية النسبية للخرسانة الشفافة تعطي ضوء أكثر وانطباعاً عاماً بأن سمك ووزن الخرسانة سوف يختفي بالإضافة الى تحقيق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار وشكل الواجهات الخارجية في الليل تصبح امتداداً للفراغ الداخلي والعكس صحيح .
- تعمل الخرسانة الشفافة على تقليل استهلاك الطاقة للإنارة. (مثل معهد أبحاث النسيج في ألمانيا - 2012 م)



الشكل (4) معهد ابحاث النسيج [11]

6.11.2 * أثر تطبيقات تقنية النانو في مواد الاكساء: [7]

أحدثت تقنية النانو تغيراً كبيرا في عالم الهندسة المعمارية بدءاً من المراحل الابتدائية في التفكير الى وضع اللمسات النهائية لمواد الإكساء خاصة في الاختيار الصحيح للمواد التي لا تنعكس فقط على التصميم بل أنها تؤثر بشكل كبير على منهجية التفكير المعماري وفقاً للعروض الجديدة والكثيرة التي توفرها تقنية النانو في مجال مواد الإكساء.

6.11.2.1 * الزجاج: (Glass)

الزجاج من أهم مواد البناء الذي يعطي المباني شكلا أكثر شفافية من خلال مساحات الزجاج المستخدمة والتحكم بشفافيتها. حيث تعمل المواد النانوية المضافة الى الزجاج على تغيير خصائصها وتطبيقاتها وهي:

أ- يعمل أكسيد الزنك مع ثاني أكسيد التيتانيوم والنيتروجين المطعمة بثاني أكسيد التيتانيوم على طرد المياه وتجعل الزجاج مضاداً لانعكاس الأشعة الشمسية.

ب- تساهم الإضافات من VO2-based بتغيير اللون والحرارة.

ت- تعمل الإضافات من V2O5-basedو-NiO based على تغيير اللون بالأمواج الكهربائية.

ث- يعمل ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي على التنظيف الذاتي الضوئي .

هذه الإضافات أنتجت أنواعاً مختلفة من الزجاج وهي:

أ _الزجاج ذاتي التنظيف:(Self-Cleaning Glass)

هو زجاج معالج ضد التصاق الأوساخ به ويحتوي على طبقة رقيقة من ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي بسماكة 15 ميكرون حيث يتم ازالة الأوساخ عن طريق عملية التحفيز الضوئي أو عن طريق المياه مما يوفر الجهد والوقت والمال في عملية التنظيف.

ب _زجاج الحماية من الشمس (Solar Protection: Glass)

حيث أتاحت الحلول المبتكرة لتقنيات النانو وسيلة جديدة لدمج وتكامل الزجاج مع المبنى من خلال طريقتين هما:

1) الطريقة الكتركرومية : Electchromatic

وهذه الطريقة يدوية يستخدم فيها مفتاح كهربائي يدوي التحكم للوصول إلى الدرجة المطلوبة من التعتيم أو درجات اللون الأزرق القاتمة وفق الحاجة وهذه العملية تحتاج الى طاقة كهربائية قليلة لأنها طبقات رقيقة جداً، ويكون ذلك في بضع دقائق.

2) الطريقة الفوتوكرومية :Photocromatic

وهذه طريقة ذاتية التأثير حيث أن حرارة أشعة الشمس هي من يقوم بعملية التعتيم أو الشفافية تلقائياً، مما يسمح للنوافذ بالحد بشكل كبير من الحمل الحراري، ويتحقق التوازن الطبيعي والاستفادة القصوى من ضوء النهار.



الشكل (5) زجاج فوتوكرومي في منشأة تعليمية [12]

ت _زجاج الحماية من الأشعة فوق البنفسجية: (UV Protection Glass)

هو زجاج شفاف لا يعيق الرؤية ولا نفاذ الإضاءة الطبيعية مما يؤدي الى تقليل استهلاك الطاقة للإنارة، وفى نفس الوقت يمنع الإبهار ويقلل من دخول الأشعة فوق البنفسجية (الأشعة غير المرئية) التي تمثل نسبة كبيرة من الإشعاع الشمسي وترفع من درجة حرارة الفراغ وتزيد أحمال التكييف دون فائدة ضوئية وهذا يؤدي إلى تخفيض الكسب الحراري الشمسي إلى النصف تقريباً .

وهناك زجاج متعدد الوظائف Multifunctional يستند إلى أنسجة النانو السطحية التي تنتج مجموعة واسعة من الميزات المخروطية معاً مثل زجاج يتمتع بالتنظيف الذاتي ويقاوم الضباب ومضاد للانعكاس، ويمكن استخدامها في جزء من المبنى أو كغلاف ساتر للمبنى مع تحقيق أكبر قدر من الاستدامة للتصميم.

6.11.2.2 * الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية :(Concrete Fiber Carbon)

تعتبر هذه الخرسانة من أكثر المواد المركبة والمستحدثة شيوعاً في عالم البناء والتصميم الداخلي الحديث وتتكون من الإسمنت والرمل والمياه وإضافات نانوية من ألياف الكربون الزجاجية القصيرة وتؤدي هذه الإضافة إلى زيادة مقاومة الشد والضغط.

- تتميز الخرسانة بعدم تأثرها بالماء والرطوبة وأملاح البحر، وعاكسة للحرارة، ولا تشتعل نهائياً وعازلة للصوت وخفيفة الوزن وسهلة التنظيف وغير قابلة لتكاثر الحشرات ونمو الفطريات، ويمكن تلوينها بصبغات مختلفة.
- وتفضل في التصاميم العضوية والبارامترية ذات الواجهات المرنة بتشكيلات انسيابية حرة وذلك بسبب سهولة التصنيع والقولبة لإنتاج الأشكال والتفاصيل الدقيقة سواء المنتظمة أو المعقدة. (مثال مركز حيدر علييف في أذربيجان- 2013م).



الشكل (6) مركز حيد علييف [13]

6.11.2.3 * مادة: ETFE (Ethylene tetrafluoroethylene)

يسميها الكيميائيون فلورو البوليمر، وهي وسادة شفافة مضغوطة بالهواء، ويمكن أن تكون من طبقة واحدة أو طبقتين أو ثلاث طبقات، تشكل غلاف المبنى وتُحاط بإطار من المعادن، تتمتع بعدد خصائص هي:

أ- توفر العزل الحراري العالي والحماية من الأشعة فوق البنفسجية وتتميز بالتنظيف الذاتي وغير قابل للاحتراق.

ب- وزنها هو أقل من عُشر وزن الزجاج وهي أكثر مرونة وقوة منه مما يساعد في دعم النظام الهيكلي.

- تستخدم كغلاف خارجي لكامل المبنى وذلك لرفع أداء المبنى وإعطائه جمالية أضافية كما تستخدم كتغطية للمظلات. وتعطي شفافية فائقة للمبنى بتشكيلات مختلفة فهي غير شفافة في النهار وشفافة في الليل بالإضافة الى ديناميكية من خلال دمج أضواء LED معها فتصبح الواجهات وسائل إعلامية ديناميكية متغيرة بالنسبة للمعطيات المدخلة. بالإضافة الى بيئة داخلية مريحة، وتقليل من التكاليف التشغيلية. (مثال ذلك مشروع عدن في إنكلترا-2001م



الشكل (7) مشروع عدن في إنكلترا [14]

6.11.2.4 * بلاط السيراميك :(Ceramic Tiles)

استخدام تقنية النانو في معالجة السيراميك عن طريق الإضافات النانوية وطلاءات النانو الشفافة للحصول

على سطح متعدد الوظائف لبلاط السيراميك ويتمتع بالخصائص متعددة كزيادة المتانة والقوة ومقاومة الخدش وقابلية التشكيل المرنة وسهولة التنظيف أو ذاتي التنظيف طارد للمياه والأوساخ ومضاد للبكتيريا.
أثر بلاط السيراميك على الشكل حيث:

- أعطاه إمكانيات جمالية عالية للاستخدام بشكل مفرط في الواجهات وبألوان وتشكيلات مختلفة جذابة انسيابية معقدة أو منتظمة أو غير منتظمة.
- وأعطاه ديناميكية غير ساكنة للواجهات حسب زاوية النظر وسقوط أشعة الشمس.
- وأعطاه إحساساً بالوحدة والتناسق والتناغم.
- تحويل الواجهات الى قشرة خارجية لا يوجد فرق فيها بين الجدران والسقف بسبب طريقة الإنشاء

6.11.3 * أنظمة دهانات النانو: [15]

حيث تعمل أنظمة دهانات النانو على الحد من تراكم والتصاق الغبار والملوثات على الأسطح الخارجية للمباني، وكذلك العمل كمواد مضادة للرطوبة والحرارة والتأكسد والتشقق والأشعة فوق البنفسجية، والتغير المستمر في درجات الألوان والتقليل من نسبة الترسبات أو التكلسات، وبالتالي يتكيف المبنى مع الظروف المناخية المتغيرة الأمر الذي يطيل عمر المباني

6.11.4 * مواد العزل بتقنية النانو: [15]

- مواد بتكنولوجيا النانو ذات عزل مائي وحراري كاملين، مثل مادة «SurfaPore C»، وهي مادة عزل مائي كامل لجميع مواد البناء مثل الخرسانة والسيراميك
- مادة «SurfaPore ThermoDry»، وهي مادة عزل حراري ومائي تقوم بخفض درجة حرارة الجدران، دون التأثير على لون الدهانات أو شكلها الظاهري، والحماية من مياه الأمطار وتسربات المياه.

7.0 * خلاصة البحث:

بناء على دراسة البحث تعتبر النانو تكنولوجي ثورة العصر والمستقبل وتطبيقها في مجال العمارة يساهم في تطويرها فكرا وشكلا وموائمة بيئية، وكذلك يساعد في الوصول الى تحقيق التوازن بين تكنولوجيا العمارة الذكية والعمارة المستدامة، ويسد الفجوة التكنولوجية بينهما من خلال استحداث مواد جديدة للأكساء والإنشاء تمتاز بخصائص ذكية ومستدامة صديقة للبيئة. ونستنتج الآتي من استخدام تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال العمارة:

1) من حيث عملية التصميم:

- ✓ أدى الى تغير جذري في مفاهيم الفكر المعماري وأضفى بعداً جديداً للمعماري مكنه من تجسيد أفكاره بشكل كامل.
- ✓ ساهمت بتجاوز العقبات التصميمية للوصول إلى تشكيلات معمارية تعبيرية تبدو للوهلة الأولى مستحيلة التنفيذ.
- ✓ أتاحت إمكانيات واسعة في تصميم كتل مرنة منتظمة أو معقدة التشكيل منتشرة بشكل أفقي أو ممتدة بشكل رأسي.

2) من حيث الذكاء والاستدامة:

- ✓ ساهمت النانو تكنولوجي في استحداث وتحسين خصائص وأداء العديد من مواد البناء والإكساء ورفعت من كفاءتها البيئية والتشكيلية .
- ✓ عززت عمارة النانو مفهوم التفاعل مع المستويات المختلفة من الذكاء فتحول غلاف المباني الثابت الى غلاف متفاعل ونظام ديناميكي، يتكيف مع احتياجات البناء والمستخدم.
- ✓ ساهمت عمارة النانو في تحسين وإزالة التلوث البيئي وساعدت على تحسين البيئة الداخلية والخارجية في مجال تلوث الهواء والقدرة على معالجة وتنظيف الواجهات وعملت على التحكم في عملية إدخال الشمس.
- ✓ قابلية المواد النانوية للتدوير.

3) من حيث التكلفة:

- ✓ تقليل التكلفة الابتدائية ومصروفات الصيانة والاستبدال والتشغيل، بالإضافة الى زيادة العمر الافتراضي للمواد.

8.0 * التوصيات:

- ❖ توجيه البحوث العلمية والتطبيقية إلى علوم النانو تكنولوجي لإيجاد منظومة متكاملة من تطبيقات النانو تكنولوجي في العلوم الهندسية بمختلف تخصصاتها المعمارية والمدنية والبيئية.
- ❖ تفعيل دور البحث العلمي في حل المشاكل التي تواجه قطاع البناء والتشييد محليا باستخدام تكنولوجيا النانو، حيث تسهم في تطوير أساليب البناء من خلال ابتكار ونقل وتوطين التكنولوجيا الحديثة.
- ❖ أهمية زيادة وعي المتخصصين في مجال العمارة بإمكانات تطبيقات النانو بالعمارة من خلال المؤتمرات والندوات والمحاضرات.
- ❖ الدعوة إلى ادراج وتكثيف المواد الدراسية الخاصة بعمارة النانو في مناهج جامعاتنا المحلية وكليات العمارة فيها، والاستفادة من التجارب العالمية في هذا المجال.
- ❖ الاستفادة من مواد وأنظمة النانو تكنولوجي الذكية والمستدامة كبدائل مبتكرة في دراسات هندسة القيمة للتصاميم والمشاريع الهندسية.
- ❖ ضرورة العمل على دراسة سلبيات ومحاذير النانو تكنولوجي والتوعية بمخاطرها وكيفية تفاديها او تقليل اثارها.

9.0 * المراجع :

[1] Leydecker, S. Nano Materials in Architecture, (Germany: Birkhauser, 2008)

[2] https://www.egyres.com/articles/النانو-تكنولوجي

[3] Hatem, S. Nanotechnology Research Center. (Egypt: Alexandria University, 2010). P 12.

[4] محمود حويحي ،"تكنولوجيا النانو والبيئة"،2010م

[5] Fouad, F. , Nanoarchitecture and Sustainability , 2012

[6] ميسون محي هلال واخرون، "دور استراتيجيات التصميم المستدام في تقليل التأثيرات على البيئة العمرانية"، (مصر: مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثالث عشر،2014)

[7] علا حربة،"العمارة في ظل تقنية النانو"،(العراق : رسالة ماجستير،جامعة البعث، 2017)

[8] المتيم، سيف الدين، "كفاءة تطبيق تقنية المعلومات في العمارة ودورها في المباني الذكية" (مصر: رسالة ماجستير غير منشورة- جامعة حلوان،2010)

[9] CELTIKCI, N. T., & Serap GUCLU. Steel Structure of Astana Stadium –(Kazakhstan: IASS, 2009), P 1420–1431.

[10] Metropol Parasol à Séville Une Prouesse Mondiale D'ingénierie bois . (Spain: Finnforest, 2011) P 1–7.

[11] Zhao, X. , Functional Glasses by Coatings or Thin Films, (China : Ministry of Education, 2010)

[12] http://inhabitat.com/mexico-citys-manuel-gea-

[13] Lusing, T. The VaCO Mould :A research about a new moulding technique for fluid architecture. (Faculty of Architecture, Eindhoven University of Technology,2015).

[14] Elvin, G. , Nanotechnology for Green Building (Englad : Green Technology Forum, 2007).

[15] جريدة الشرق الاوسط ،" تكنولوجيا النانو تسهم في بناء مساكن فريدة بميزات عديدة"، يوليو 2010 ، العدد 11544